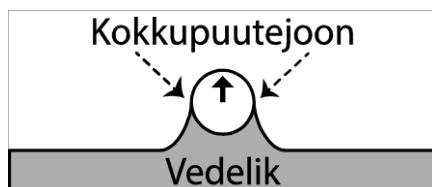


TÖÖJUHEND: Pindpinevusteguri määramine

TAUSTAINFO

Pesuvahendite kasutamise üheks eesmärgiks on pesuvee pindpinevuse muutmine, et parandada vee pesemisomadusi. Pesu pestes ei tungi vesi paljude tekstiilmaterjalide kiudude vahele just pindpinevuse tõttu. Kui vette lisada pesuvahendit, siis vee pindpinevus väheneb ja vesi märgab paremini.

Pindpinevus on vedeliku osakeste omadus kokku hoida, mistõttu näib, nagu vedeliku pinda eraldaks ümbrusest õhuke elastne kile. Vedeliku pinna all oleva eseme välja tõstmiseks on näiliselt vaja see kile katki rebida.



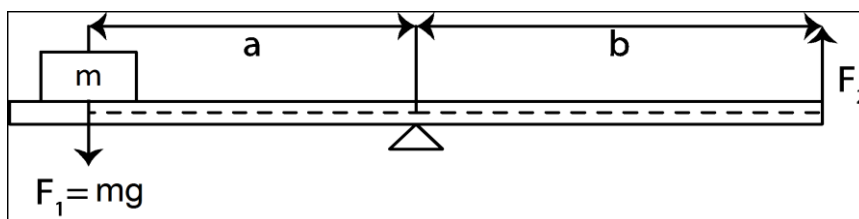
Tahkise ja vedeliku kokkupuutepinnal esineb pindpinevusjõud F , mis on võrdeline kokkupuutejoone pikkusega ja töötab vastu jõududele, mis üritavad kokkupuutepinda lahti rebida.

$$F = \sigma \times \ell$$

Selles töös konstrueeritakse pindpinevusjõu mõõtmiseks katseseade, millega saame hoida katsekeha kontaktis vedeliku pinnaga ja samas rakendada sellele jõudu, mis tõmbab katsekeha vedelikust välja. Seade põhineb jõudude tasakaalustamisel kangkaaluga: vedelikuga kokkupuutes oleva traadist rõnga veepinnalt eemaldamiseks on vaja rakendada kindla suurusega jõudu, mille määramiseks saab Sinu valmistatud kangkaalu ühel pool asuvasse anumasse raskusi lisada, et tasakaalustada pindpinevusjõudu, mis takistab rõnga vedelikust välja tõmbamist. Kui kangkaalu ühe õla poolt avaldatud jõud ületab pindpinevusjõu, siis eraldub rõngas vedelikust. Selleks kasutatud raskuste massi kaudu saame arvutada pindpinevusjõu ületamiseks vajaliku jõu suuruse.

Pindpinevust iseloomustatakse pindpinevusteguriga σ , mida tavaliselt esitatakse ühikutes mN/m. See on jõud (millinjuutonites), mis mõjub kahe aine kokkupuutejoonel (ℓ) pikkusega 1 m.

Selles katses määrame kraanivee ja pesuvahendit sisaldava vee pindpinevustegurid ning leiame, kuidas pesuvahend pindpinevustegurit mõjutab. Selleks asetame vedelikku traatrõnga ja määrame rõnga vedelikust välja tõmbamiseks kuluva jõu kangkaaluga, mille ühele poolele lisame raskusi ja mille teise poolega rakendame vedelikus olevale rõngale jõudu. Rakendatava jõu saab arvutada kaalu õlgade pikkuste abil (joonisel tähistatud: a ja b).



Kangkaaluga saab seega avaldada jõudu:

$$F_2 = F_1 \times \frac{a}{b} = m_{raskus} \times g \times \frac{a}{b}$$

kus m_{raskus} on lisatud raskuste mass ja g on gravitatsioonikiirendus $9,8 \text{ m/s}^2$.

Vajalikud vahendid

Kaks pikka puust grillvarrast, 2 pikka traati, lõiketangid, rull isoleerteipi, 100 mL tühi keeduklaas, statiiv muhviga, statiivi alusplaat, plasttops nõorist sangaga, 3 plastkaussi (0,5 L) tähistatud **1**, **2** ja **3**, 30 cm nõöri, tahvlinäts (topsis), kuulikesed (topsis), metallist pintsetid, kann kraaniveega (tähis **1**), kaal, ümmargune plastkarp kuulide kaalumiseks, käärid, 30 cm joonlaud, ARVUTI (arvutiprotokoll), paberkäterätt.

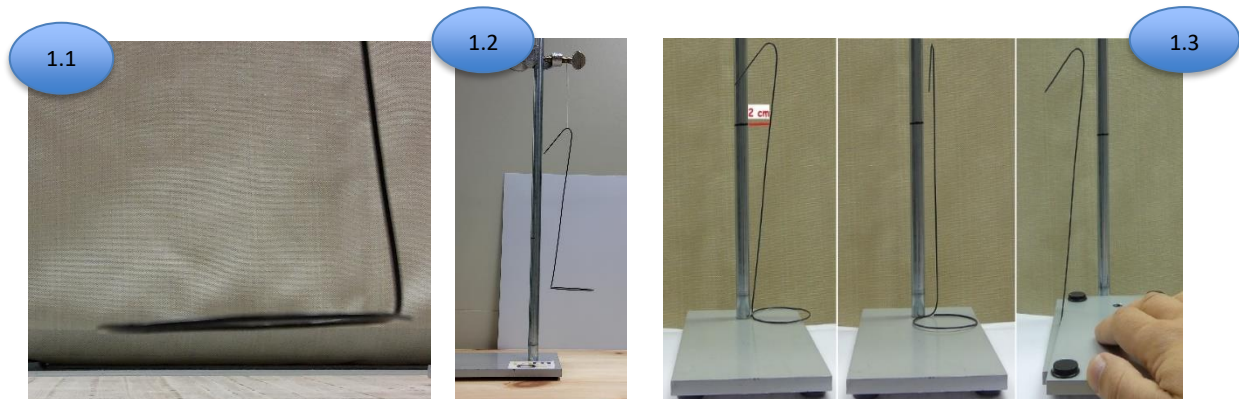
Laboris on ühiskasutuses: 40/50 cm joonlaud, 0,5 L plastpudelis PESUPÄHKLI GEELI 4%-line lahus (tähis **2**), 0,5 L plastpudelis Perwulli 4%-line lahus (tähis **3**) ja 3 mõõtsilindrit (tähistatud **1-KRAANIVESI**, **2-PERWOLL** ja **3-PESUPÄHKLI GEEL**)

Töö käik

Katseseadme ehitamine

1. Pindpinevuse mõõtmisrõnga valmistamine (vt illustratsioonid FOTODEL 1)

- Mõõda joonlauaga **traadi pikkus** (cm) ja **märgi arvutiprotokoll**.
- Painuta traadi üks ots rõngaks 100 mL keeduklaasi ümber. Painuta traadi ülejäänud sirge osa rõnga suhtes risti, millest tuleb rõnga vars;
- Mõõda joonlauaga **rõngast ülejääva osa (varre) pikkus** (cm) ja **märgi arvutiprotokoll**.
- Seo nõör otstest kokku ja painuta mõõtmisrõnga varre ots konksuks, millega saab rõngast nõoriga muhvi külge riputada;
- Timmi varre asendit rõnga suhtes nii, et rippudes jääks rõngas horisontaaltasandile (paralleelselt töölauaga, vt **FOTOD 1.1 ja 1.2**). Painuta rõnga vart silma järgi või kasuta abivahendina statiivi (vt **FOTOD 1.3**). Rõnga ühtlustamiseks võib seda siluda statiivi plaatide vahel (vt parempoolset pilti **FOTOL 1.3**)!



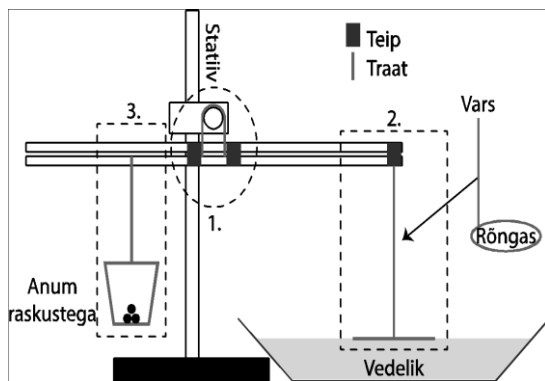
FOTOD 1: Mõõtmisrõnga korrigeerimine. Kuidas saada rõngas laua pinnaga paralleelseks ja ühtlaseks?

Selgituseks: Varre õige asendi saavutamiseks võid abivahendina kasutada statiivi. Pane rõngas statiivi alusele statiivi kõrvale. Esmalt vaata vart rõnga poolt ja painuta vars statiiviga paralleelseks (keskmine pilt fotol 1.3). Seejärel vaata seadet küljelt ja painuta vart rõnga poole. Õige nurga saamiseks painuta vart statiivile märgitud kriipsu järgi nii, et märgi kõrgusel oleks varre kaugus statiivist 1,5 – 2 cm (alumise ots pane vastu statiivi, vasakpoolne pilt fotol 1.3). Rõnga enda tasapinnalisuse parandamiseks kontrolli, kas kõik rõnga osad puutuvad alusplaadiga kokku. Ebaühtlust saad vähendada, surudes ja liigutades rõngast kahe alusplaadi vahel (vt parempoolset pilti fotol 1.3).

- Kui riputad rõnga nõoriga statiivi külge, siis peab see olema laua tasapinnaga paralleelne.

2. Kangkaalu valmistamine (vt FOTO 2)

Vaja on ehitada puust grillvarrastest kangkaalu, mille ühte otsa riputad nõoriga plasttopsi ja teise otsa mõõtmisrõnga. Põhimõtteline skeem on JOONISEL 2 ja valmis tasakaalustatud kangkaal FOTODEL 2 ja 3.

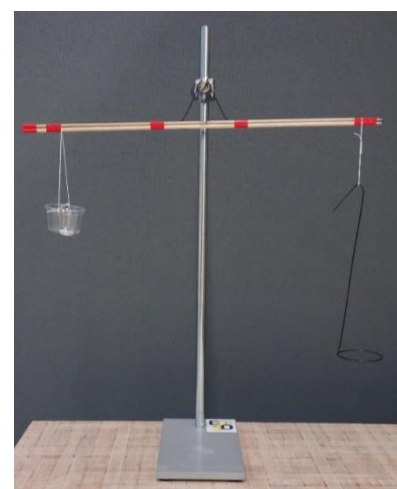
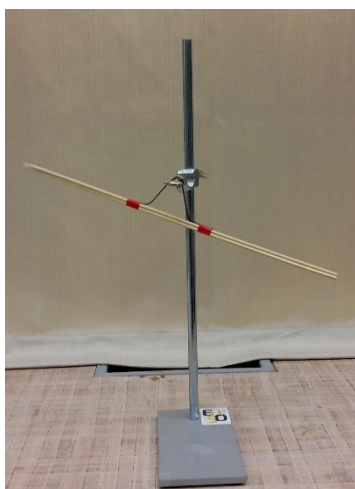


JOONIS 2. Katseseadme põhimõtteline skeem

FOTO 2. Tasakaalustatud kangkaal

FOTO 3. Rõngas on vedelikus

- Lõika tangidega ca 16 cm tükk traati ja valmista sellest aas, mis tuleb kinnitada teibiga **mõlema grillvarda** külge (JOONISEL 4, nr 1). Aas peab olema nii suur, et saab statiivi muhvi peal vabalt kõikuda.
- Märgi pliiatsiga grillvarrastele aasa keskkoh, mis tähistab kangkaalu mõttelist toetuspunkti.
- Pane plasttopsi nõorist sang grillvarraste vahele (JOONIS 1, nr 3) ja teibi vardad otsast kokku (vt fotot!)
- Tee nõorist aas ja pane aas mõõtmisrõnga riputamiseks kangkaalu teise otsa lähedal varraste vahele ning teibi vardad kokku mõlemalt poolt aasa (JOONIS 1, nr 2 ja FOTOD 2).
- Riputa kangkaal statiivi muhvile ning riputa rõngas kaalu aasa külge. Pane plasttopsi alla tahvlinätsu, et tasakaalustada kangkaal. Fikseeri teibiga plasttopsi asend kui valmistatud katseseade on tasakaalus (vt parempoolset pilti **FOTOL**). Nüüd on seade vedelike pindpinevuse mõõtmiseks valmis!



FOTOD 4: Kuidas teha kangkaalule aas, märkida toetuspunkt ja riputada plasttopsi ning rõnga nõor. Parempoolset fotol on plasttopsi ja riputatud rõngaga kangkaal tasakaalustatud

3. Kraanivee, pesuvahendi PERWOLL ja PESUPÄHKLI GEELI lahuste pindpinevusteguri määramine

1. Mõõda mõõtsilindriga 1 (Kraanivesi) 200 mL kraanivett ja vala vesi plastkaussi 1.
2. Mõõda joonlauaga **plasttopsi kaugus a** ja rõnga **riputusaasa kaugus b** kaalu toetuspunktist (kuhu tegid varem märke) **märgi kaugused arvutiprotokollis (vt FOTO 4).**

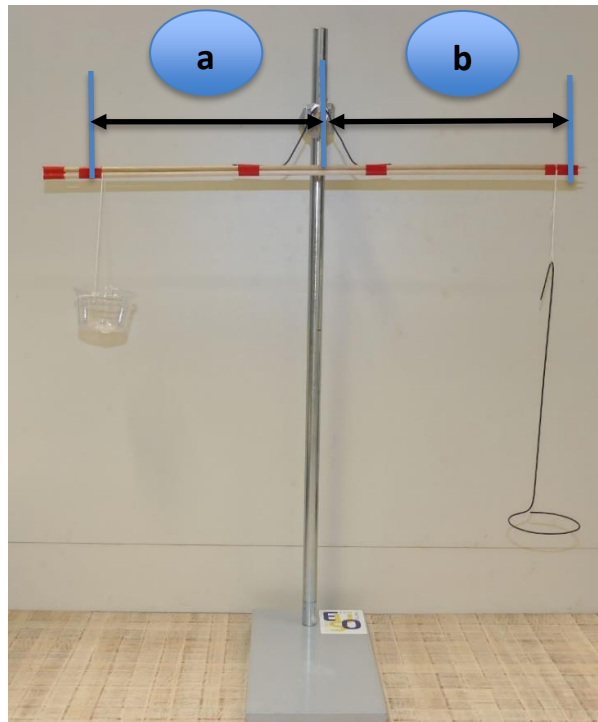


FOTO 4. Kangukaalu õlgade a ja b mõõtmine

3. Aseta plastkauss kraaniveega rõnga alla selliselt, et saad traatrõnga vedeliku pinna alla sukeldada. Langeta statiivi muhvi liigutades kangukaalu allapoole, kuni traadist rõngas asub vahetult vedeliku pinna all (kuid mitte pinnaga kokkupuutes) ning on vedeliku pinnaga võimalikult paralleelne (vajadusel korrigeeri rõnga varre asendit). Kontrolli, et traatrõngas ei puutu vastu plastkausi seina (vt FOTO 5). Katseseade on valmis mõõtmiseks. Kuulikeste lisamisega plasttopsi tekitab jõu, mis tõmbab rõnga vedeliku pinnast lahti.



FOTO 5: Kuidas sukeldada rõngas vedelikku: rõngas on täielikult vees ja paralleelne vee pinnaga

4. Tõsta pintsettidega plasttopsi ettevaatlikult kuulikesi, alustades 1...2 suuremast ja jätkates väiksemate kuulikestega. Kukuta kuulikesi topsi võimalikult madalalt! Lisa kuulikesi, kuni pindpinevusjõust ei piisa traadist rõnga kinnihoidmiseks ja rõngas eraldub vedeliku pinnast. Sellel hetkel on kuulikeste kaal (raskusjõud) võrdne vedeliku pindpinevusjõuga.
5. Kasuta kuulikeste kaalumiseks ümmargust plastanumat. Aseta tühi anum kaalule ja võta maha anuma kaal (TARE!). Vala kuulikesed plasttopsist anumasse ja kaalu ära. **Märgi tulemus arvutiprotokollis.** Protokollis arvutatakse mõõtmistulemusele vastav pindpinevustegur.
6. Korda katset kraaniveega veel 2 korda (kokku 3 katset) ja **märgi tulemused arvutiprotokollis.**
7. Tõsta rõngas vedelikust välja, asetage paberkäterätikule ja kuivata ära.
8. Mõõda mõõtsilindriga 2 (Perwoll) laual olevast PERWOLLI lahuse pudelist 200 mL plastkaussi 2 ja korda katse punkte 2-7.
9. Mõõda mõõtsilindriga 3 (Pesupähkli geel) laual olevast PESUPÄHKLI GEELI lahuse pudelist 200 mL plastkaussi 3 ja korda katse punkte 2-7.
10. Mõõda uuritud vedelike (KRAANIVESI, PERWOLLI LAHUS ja PESUPÄHKLI GEELI LAHUS) **pH väärtused ja kirjuta need samuti arvutiprotokollis!**
11. **Täitke lõpuni arvutiprotokoll,** kus tuleb hinnata PESUPÄHKLI GEELI kasutamist võrreldes PERWOLLI'ga. Milline pesuvahend Teie arvates sobib paremini?